

P21131.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :I. NAKAI et al.

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :METHOD AND APPARATUS FOR LASER DRILLING



#3
10-2401

CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2000-181085, filed June 16, 2000. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
I. NAKAI et al.

Bruce H. Bernstein
Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027
Reg. No. 33,329

June 18, 2001
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-181085

出 願 人

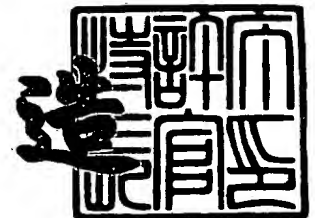
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2001年 5月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3045409

【書類名】 特許願

【整理番号】 2015310405

【提出日】 平成12年 6月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 26/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 中井 出

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 岡田 俊治

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 結城 治宏

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ穴加工方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数層を有するシート状体へのレーザ穴加工方法において、層間の密着力より小なる層間引き剥がし力を生じさせるエネルギーのレーザパルス列によって穴をあける工程と、前記レーザパルスより大きなエネルギーのレーザパルスによって貫通した穴形状を整形する工程とを備えたことを特徴とするレーザ穴加工方法。

【請求項 2】 前記穴をあける工程と前記穴形状を整形する工程は、レーザのパルス幅を変化させることによりレーザパルスのエネルギーを変化させることを特徴とした請求項 1 記載のレーザ穴加工方法。

【請求項 3】 前記穴をあける工程と前記穴形状を整形する工程は、レーザパルスのピーク値を変化させることによりレーザパルスのエネルギーを変化させることを特徴とした請求項 1 記載のレーザ穴加工方法。

【請求項 4】 レーザ発振器と、前記レーザ発振器にレーザパルス発光信号を供給してレーザによる加工を行う制御装置と、前記制御装置に層間の密着力より小なる層間引き剥がし力を生じさせるエネルギーのレーザパルス列を供給して穴をあける手段と、前記制御装置に前記レーザパルスより大きなエネルギーのレーザパルスを供給して貫通した穴形状を整形する手段とを備えたことを特徴とするレーザ穴加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザによりプリント基板材料のシート状体への穴加工、特に複数層を有するシート状体への貫通穴加工を行うレーザ加工方法及び装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

シート状体のレーザ穴加工方法としては、単発パルスによる加工法及び同一エ

エネルギーの複数発のパルス列によって加工を行うバースト加工法が知られている。これらの加工法では、加工される穴の形状は、その加工に用いられるパルス当たりのエネルギーによって決まっており、テーパの少ない穴加工を行おうとすると、1パルス当たり所定値以上のエネルギーが必要となる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら複数層のシート状体に穴加工を行う場合、完全な貫通穴があいていない状態において、あるレベル以上のエネルギーを持つパルスを照射すると、加工穴内部での圧力が上昇し、層間の密着力 F_m よりも大きくなる。この時、シート状体に完全に貫通穴があく前に穴内部の圧力上昇が起こると層間の剥離が発生する。剥離が発生すると層間に間隙が生じ、層間の電氣的接続を行うために穴内への導電性ペースト充填やメッキを行う際にペーストの層間への浸み出しやメッキ不良の原因となり、電氣的接続の信頼性が低下する。

【0004】

本発明の目的は、層間の電氣的接続を確保するために、層間剥離を起こすことのないレーザ穴加工方法及び装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために本発明では、複数層を有するシート状体上に穴加工を行う際、まず、層間の密着力より小なる層間引き剥がし力を生じさせるエネルギーを持つレーザパルスによって穴をあけ、貫通した穴形状整形用の大きなエネルギーを持つレーザパルスを照射する際に発生するガスの逃げ道を作ることにより、加工穴内の圧力上昇を抑えて層間剥離を防止する。

【0006】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施の形態であるシート状体へのレーザ穴加工装置の構成図である。レーザ発振器1から照射されたレーザ光2は、ガルバノミラー3、4により加工領域8（ $50 \times 50 \text{ mm}$ ）の中の任意位置に位置決めされ、制御装置10によってその動きに同期してパルス発振されたレーザ光2は、 $f\theta$ レンズ5に

よってシート状体 6 の表面に集光される。この時、レーザ光 2 はシート状体 6 に対して垂直に集光される。加工領域 8 内の加工が終了すると、シート状体 6 を X Y テーブル 7 によって加工領域 8 がつながるように移動させ、再び加工を行う。この動作を繰り返して、シート状体 6 の全面を加工することができる。

【0007】

図 2 は、ガルバノミラー 3、4 の動きとレーザ発光信号の動作を示した図である。ガルバノミラーの位置決めが終了して静止している状態で、レーザ発光信号が出され、穴加工が行われる。図 3 は図 2 のそれぞれの発光信号に対する加工穴の内部状態の断面模式図である。例えば、シート状体厚さ t が $130 \sim 150 \mu\text{m}$ で穴径が $\phi 150 \sim 200 \mu\text{m}$ の加工を行う場合には、図 2 (a) のような従来加工では、単発パルスでシート状体 6 の貫通穴加工を行えるだけの大きなエネルギー E_1 ($25 \sim 35 \text{ mJ/p}$) を照射すると図 3 (a) のように加工途中の穴内圧力 P_1 が大きく、次式のような関係となって層間剥離を生じてしまう。

【0008】

【数 1】

$$F_1 (\propto P_1 \times D_1^2) > F_m$$

F_1 : 層間引き剥がし力

P_1 : 穴内圧力

D_1 : 穴径

F_m : 層間の密着力

【0009】

(数 1) で、 F_1 は層間引き剥がし力、 D_1 は図 3 (a) に示す加工穴径である。

【0010】

次に、図 2 (b) のようにパルスエネルギー E_2 ($< E_1$) を、単発のレーザパルスで貫通穴をあけることができ、なおかつ層間の密着力より小なる層間引き剥がし力を生じさせるエネルギー (約 $5 \sim 7 \text{ mJ/p}$) に設定する。この時の加工途中の穴内圧力 P_2 による力関係は次式のようなになる。

【0011】

【数2】

$$F2(\propto P2 \times D2^2) < Fm$$

F2: 層間引き剥がし力

P2: 穴内圧力

D2: 穴径

【0012】

(数2)で、F2は層間引き剥がし力、D2は図3(b)に示す加工穴径である。このように、パルスエネルギーを小さくすることにより加工穴径 $D2 < D1$ となり、目的とする加工穴径よりも小さな貫通穴が得られる。そして、続いて穴形状整形のためにパルスエネルギーE1のパルスを照射すると、今度は貫通穴が既にあいているために、穴内圧力P1'が層間を剥離させる方向へはかからないために、層間剥離の発生は抑制される。この時の貫通穴をあけるパルスと穴形状整形の為のパルス間隔 W_{pp} は、穴内圧力の残存の影響を考慮して $200 \mu s$ としている。

【0013】

図2(c)では、単発のレーザパルスにて貫通穴をあけるのに必要なエネルギーが、層間の密着力より大なる層間引き剥がし力を生じさせるエネルギーの場合の穴加工の方法を示している。一発当たりのパルスエネルギーE3を引き下げて複数回照射することによって、層間剥離を生じさせずに貫通穴加工を行うようにしている。この時、穴内圧力はP3で、1パルス当たりのエネルギーは約 $1 \sim 2 mJ/p$ である。その際、複数回照射はバーストパルス列とする方がサイクル加工よりも加工時間が短縮できるので望ましい。ただし、パルス列の間隔があまり短すぎると大きなエネルギーを一時に照射した場合と同様になるため、その間隔は $200 \mu s$ 以上にする必要がある。この貫通穴加工のあとに図2(b)の場合と同様に、穴形状整形用のパルス(エネルギーE1)を照射する。

【0014】

図4はパルスエネルギーを変更する時の動作説明図である。通常、炭酸ガスレー

ザ発振器では、 μs オーダーのパルスの場合に出力されるレーザピークは、ほぼ一定であると考えて良い。そのため、パルス幅を制御することによって図4 (a) のようにパルスエネルギーを制御している。図5は、YAGレーザおよびその高調波レーザなどの近赤外～近紫外線領域の光を発するレーザ発振器におけるパルスエネルギー制御方法である。ここで21は直線偏光の方向を模式的に表現したもので、この場合はE/Oモジュレータ（以下EOM）を使用して、図4 (b) のようにパルス幅は一定のままでレーザピークを変化させることによりパルスエネルギーを変化させている。この動作は、直線偏光を持ったレーザ光2をEOM11中に透過させることによって、制御装置10の指令によりレーザ光2の偏光角度を変化させ、ポラライザ（偏光板）12を透過してくるパルスのピーク強度を任意の値に制御する。この方法では、パルス幅が一定に保たれ、加工に必要なエネルギーの変化の影響を受けず、加工時間は一定のままであるという利点がある。

【0015】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、シート状体のレーザ穴加工において、層間剥離を伴わない低エネルギーパルスによる穴加工した後に、エネルギーを大きくしたパルスにより1つの穴を整形加工することにより層間剥離を発生させずに、意図した貫通した穴形状を形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施におけるレーザ加工装置の構成図

【図2】

本発明の動作説明図

【図3】

本発明を適用した場合の加工穴の断面図

【図4】

本発明のパルスエネルギー変更方法の相違によるパルス列の説明図

【図5】

本発明におけるパルスピーク変更方法の構成図

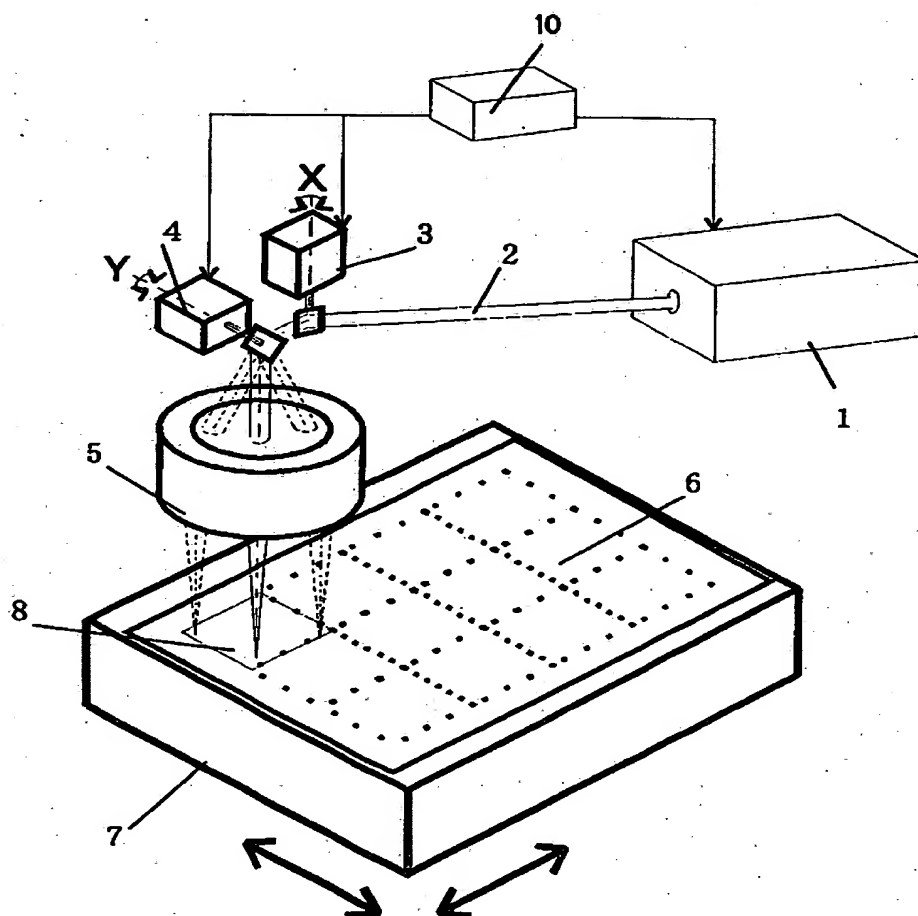
【符号の説明】

- 1 レーザ発振器
- 6 シート状体
- 1 0 制御装置
- 1 1 E/Oモジュレータ
- 1 2 ポラライザ（偏光板）

【書類名】

図面

【図1】



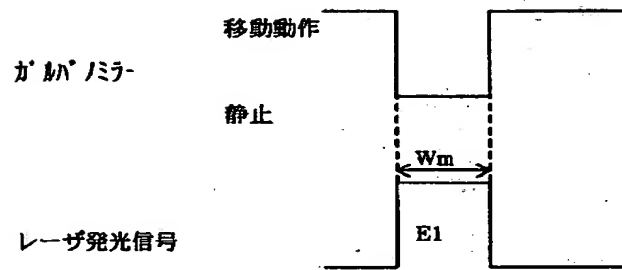
1…レーザ発振器

6…シート状体

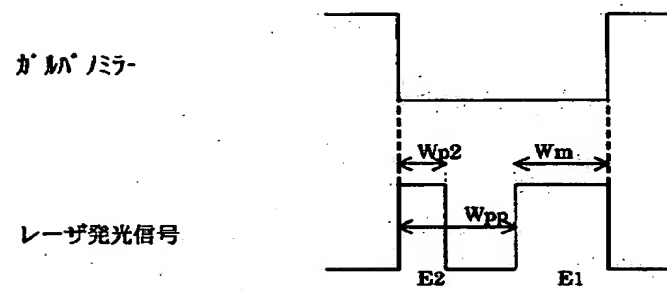
10…制御装置

【図 2】

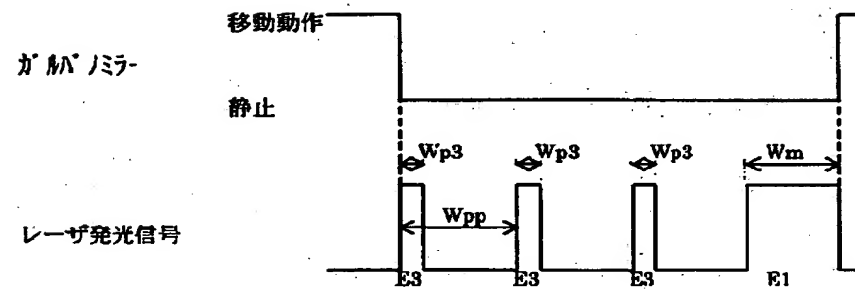
(a)



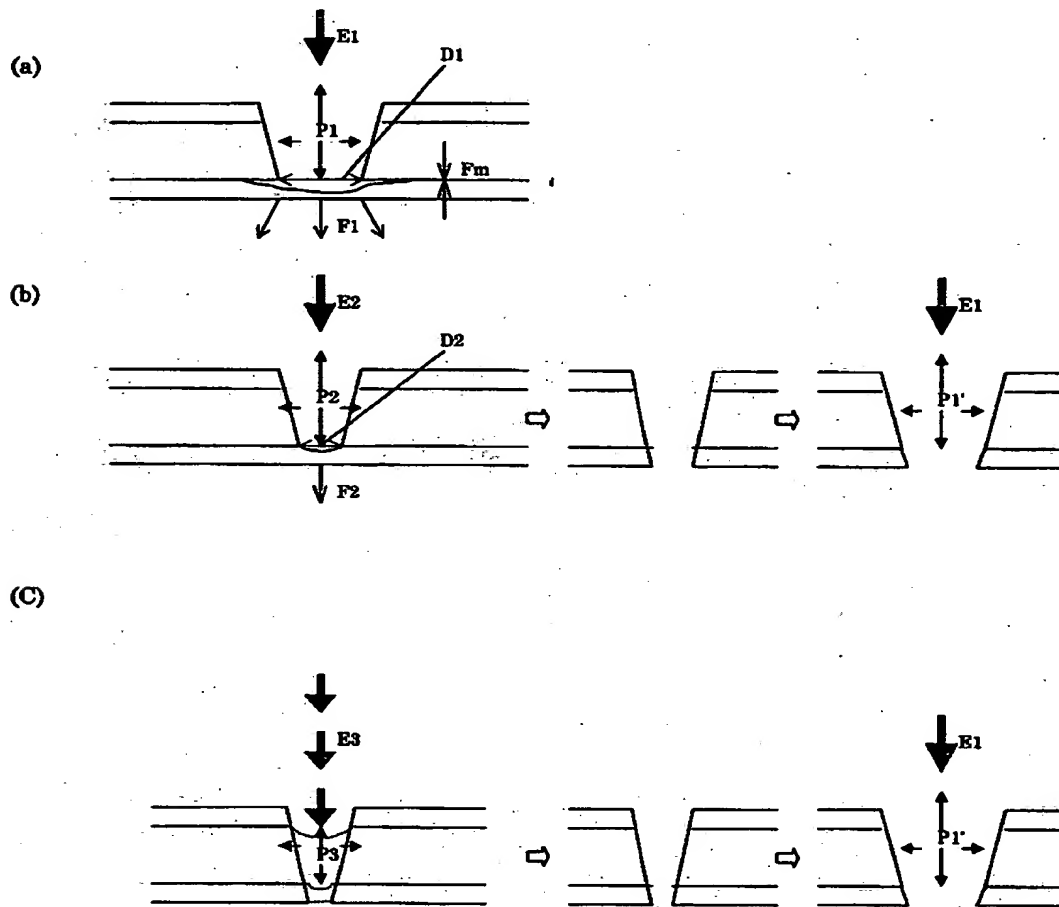
(b)



(c)

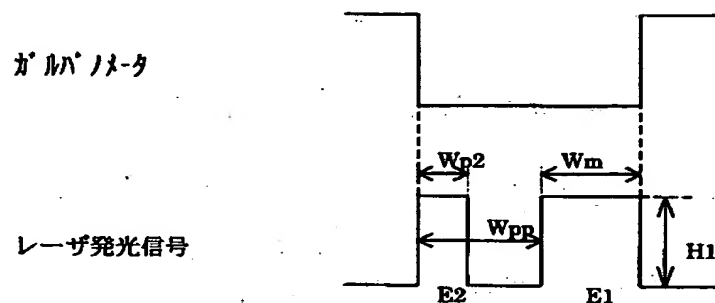


【図3】

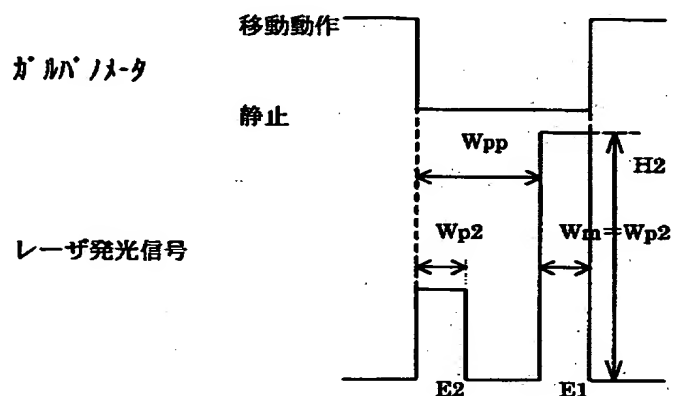


【図4】

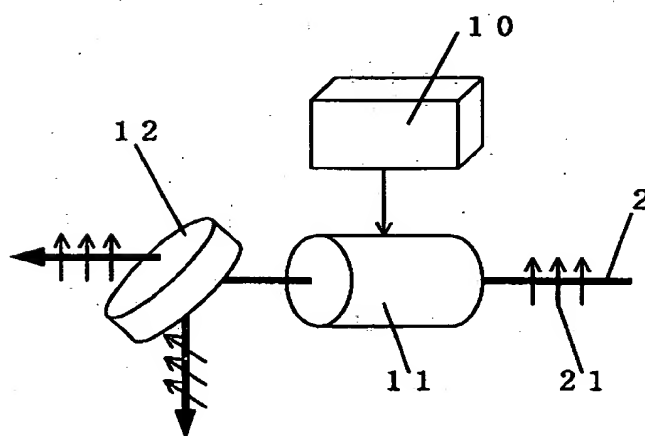
(a)



(b)



【図5】



11…E/O モジュレータ

12…ポラライザ

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数層のシート状体に穴加工を行う場合に、層間の電氣的接続を確保するために、層間剥離を起こすことのないレーザ穴あけ方法および装置を提供する。

【解決手段】 複数層を有するシート状体6に穴加工する際、穴形状の整形を行うパルスを照射する前に、層間の密着力より小なる層間引き剥がし力を生じさせるエネルギーを持つパルスによって穴をあけ、次に穴形状整形用のエネルギーの大きなパルスを照射することにより、層間剥離を生じさせずに必要な形状を持った貫通した穴加工を行うことができる。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社